

2019年6月25日

株式会社インプレスR&D

<https://nextpublishing.jp/>

混迷する日本の電力自由化を解決するのはテキサスモデル？  
『テキサスに学ぶ驚異の電力システム  
日本に容量市場・ベースロード市場は必要か？』 発行

インプレスグループで電子出版事業を手がける株式会社インプレス R&D は、『テキサスに学ぶ驚異の電力システム 日本に容量市場・ベースロード市場は必要か？』(著者:山家 公雄)を発行いたします。

『テキサスに学ぶ驚異の電力システム 日本に容量市場・ベースロード市場は必要か？』

<https://nextpublishing.jp/isbn/9784844396994>



著者:山家 公雄

小売希望価格:電子書籍版 1400 円(税別)／印刷書籍版 1800 円(税別)

電子書籍版フォーマット:EPUB3／Kindle Format8

印刷書籍版仕様:B5 判／カラー／本文 130 ページ

ISBN:978-4-8443-9699-4

発行:インプレス R&D

<<発行主旨・内容紹介>>

テキサスというと「アメリカの片田舎の州」と日本では思われているのではないのでしょうか。しかし、経済規模は全米 50 州のうちの第 2 位で、もし国家とすると世界 10 位の経済大国になります。

そのテキサスは、他州と同期しない孤立系統の電力システム、全米でもユニークな電力市場をもち、電力完全自由化、風力発電のシェア 20%近くを成し遂げています。そして容量市場を持たないにも関わらず、安定供給を維持し、全米でも最も安いレベルの電力価格を維持しているのです。

この本ではこのテキサス州独自の電力システム、電力市場の詳細を紹介します。そして、容量市場、ベースロード

市場を導入しようとしている今後の日本の電力市場と対比するとともに、日本の電力市場のあり方、その将来像についての問題提起を行っています。

(本書は、次世代出版メソッド「NextPublishing」を使用し、出版されています。)

## 「第1章 テキサスの電力情勢 —独立と自由化が生む低価格—」より

### 1.3 資料で見るテキサスの電力情勢

前節では、テキサス州の電力システムの特徴、ポイントを概観した。ここでは、データに基づいて具体的に解説する。

#### ◆電力シェアの推移と発電設備容量 (kW)：天然ガスと風力が伸び石炭は減る

図1-3は発電設備容量 (kW) の推移であり、1999年～2018年 (実績見込み) の20年間を取っている。一部の例外の年を除き着実に増えてきているのが分かる。特に、天然ガスと風力が大きく伸びている。天然ガスは2000年～2004年の間、急増している。また、2008年以降も着実に増えてきている。前者は、ガスタービンの技術革新によりコストが急低下したことに伴う。このタイミングでリードタイムの短いガス発電が増加したことは、自由化開始に伴い発電への投資意欲が風速するのではいかとの懸念を払拭する効果があり、「発電設備容量基準」に寄与した。また、2008年以降の増加は、シェール革命により天然ガス価格が低下したことによる。

図1-3 発電設備容量の推移 (ERCOT, 1999～2018年)

風力は、2000年に入ってから開発が進んでいるが、これは州政府がPPA制度を導入したことによる。2005年頃から増加し拍車がかかるが、コスト低下と連邦政府の生産減税 (PTC: Produce Tax Credit) 効果による。2014年以降開発が再び加速するが、風力専用送電線の整備 (CREZ) が2013年末に完了したことに加え、コストがさらに低下し天然ガス火力と競争力を持つようになったことが窺われている。

うになったことが窺われている。

一方、石炭火力の容量は、この20年間あまり変わらないが、他種電源が増えたことによりシェアは低下してきている。1999年の28.6%から2017年は20.7%、2018年は16.9%へとダウンしている。特に2018年は実際の容量も大きく減少し、容量全体の縮小を阻む主要因となっている。2018年3月に4基、約400万kWもの設備が一度に廃止となった。長引く市場価格低迷と利用率低下により設備の維持が難しくなったのである。この大規模廃止と需要増予想とが相まって、予備率が大きく低下し2018年夏は、価格スパイクが予想されていた。しかし、実際は予想していたほどスパイクはしなかった。これに関しては第6章にて詳述する。

#### ◆電力シェアの推移と発電電力量 (kWh)：天然ガスと風力が伸び石炭は減る

図1-4は、2002年から2017年までの、16年間の発電電力量 (kWh) の推移である。需要増に伴い着実に増加している。総発電量に2002年と2017年の構成比を当てていくと、原子力は12.9%→10.8%と11～13%前後で安定的に推移している。同様に4基、500万kWの設備が存在するが、比較的新しいことや燃料費が安いことから安定的に前電されている。2012年以降固定費を回収できない状況が続いているが、火力燃料費変動に対するヘッジ機能もあり、一定の存在を示している。原発所有者は火力も運用する大規模発電事業者である。

図1-4 発電電力量の推移 (ERCOT, 2002～2017年)

石炭は、4割を少し下回る水準で推移していたが、2015年以降は3割前後まで低下している。

18 第1章 テキサスの電力情勢 —独立と自由化が生む低価格—

第1章 テキサスの電力情勢 —独立と自由化が生む低価格— 19

## 「第2章 テキサス州の再生可能エネルギー —風力断トツ1位と再エネ価値の適正評価 を生む秘訣—」より

ジーは小売・配電会社であるが、同社がこの需要家から受け入れた (Received) 量が278kWh、供給した (Delivered) 量が632kWh、ネットの供給量は355kWhである。当期の太陽発電電量は681kWhである。

図2-2 オースティンエネジのソーラーホープ (VOST)

Meter #	Read Date	01/17/2018	02/15/2018	Read Date
Delivered Read	16264	16596	032	
Received Read	6280	4558	278	
Net Read	11984	12239	355	
Meter #	Read Date	01/17/2018	02/15/2018	Generation
Solar PV Read	30296	30977	681	
Whole House Consumption in kWh			1036	
Total Generation in kWh			681	

Customer Charge	\$10.00
Tier 1 first 500 kWh at \$0.0281 per kWh	\$14.05
Tier 2 next 500 kWh at \$0.0287 per kWh	\$14.35
Tier 3 next 36 kWh at \$0.07914 per kWh	\$2.85
Regulatory Charges 1.036 kWh at \$0.01462 per kWh	\$14.11
Commons Benefit Charges	\$5.81
Power Supply Adjustment 1.036 kWh at \$0.02006 per kWh, Winter	\$20.78
Solar Credit \$2.19 kWh at \$-0.097 per kWh	\$-21.36
Residential Sales Tax	\$66.06
Taxable Amount	\$40.26
City Sales Tax 1%	\$0.40
<b>TOTAL CURRENT CHARGES</b>	<b>\$106.32</b>

需要家の総消費電力量はネット供給量355kWhと太陽発電電力量681kWhの相の1036kWhであるが、この自家消費電力量に対して各種タリフが課されて電力料金は106.32ドルとなる。これ

を単純に使用電力量で割ると102セント/kWhとなる。一方ソーラー発電電力量681kWhに対してソーラー額前を反映したタリフ97セント/kWhにて支払いを行うが、額前66.06ドルとなる。ソーラータリフと料金タリフの差は5%程度であり、ほぼ料金と同じ価値ということになる。「価値」という面ではNEMと差はないのだが、太陽発電の自家消費分の価値がそれぞれ表に出てくるという面で差違が生じている。オースティンエネジの電気料金は、使用量が増えるに従ってTier 1, Tier 2, Tier 3と段階的にkWh単価が上がるシステムとなっている。NEMと異なり、全自家消費量が課金対象になることで、若エネメインが課税されることにもなる。

#### ◆分散資源普及のモデルケース

オースティン市のVOSTの取組みは、太陽光等分散資源の普及、既存インフラおよび配電会社 (電力ユーティリティ) の効率的な運営等の課題に直面する多くの地域のモデルケースになりうるという評価を得ている。

筆者は、2018年5月に米国を訪問したが、テキサス州公益事業委員会 (PUCT) をはじめとして、複数の訪問先がオースティン市の取組みを評価していた。オースティンエネジは、市営電力会社 (Public Owned Utility) であり、小売事業を独占しており料金は市で決めることができる。テキサス州は、完全小売自由化を実施しており、小売事業者の複数競争ということである。

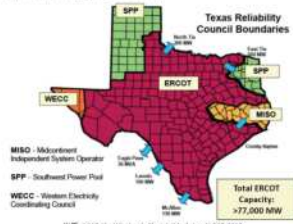
屋根置き太陽光が普及している海外では既に同様の活発な動きがある。エネルギービジョン改革 (REV) を進めるニューヨーク州は、分散資源DER普及とガスパイプライン補償に向けて、太陽光等の価値を評価することでローカル市場取引を実現しようとしている。ネブラスカ州政府は、VOSTの導入が選択の一つであることを認めたが、実際の導入には時間がかかるようではある。

18 第1章 テキサスの再生可能エネルギー —風力断トツ1位と再エネ価値の適正評価を生む秘訣—

第2章 テキサス州の再生可能エネルギー —風力断トツ1位と再エネ価値の適正評価を生む秘訣— 20

## 「第3章 ERCOTのエネジーオンリーシステム」より

図3-3 テキサス州の電力系統エリアとERCOT



出所: AEC, The Wholesale Electric Market in ERCOT 2017

必要な多い州は多い。このため、風況の良い北部と西エネ需要の旺盛な西隣州を結ぶ直流送電系統建設計画（サザンクロス計画）が出てきている。

### ◆ERCOTの実態を数字で把握する

図3-4は、ERCOTに関する基本的なファクトである。

図3-4 ERCOTの概要



出所: AEC, The Wholesale Electric Market in ERCOT 2017

ERCOTの責務として4項目を列挙している。

- ①供給信頼度維持：系統に係る計画と運用。
- ②卸電力市場の運用。

- ③小売スイッチングプロセスによる消費者選択への寄り。
- ④送電網へのオープンアクセス。

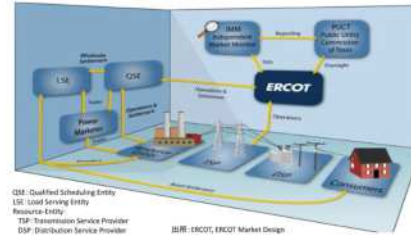
次に基礎的な数字は以下のようになる。

- ・テキサス州電力需要の90%をカバー。
- ・管轄する需要量の75%は競争的な環境下であり、2600万の顧客を覆える。
- ・500以上の発電所があり、ピーク時に7700万kWもの発電容量が存在。
- ・総延長1万6000マイルの高圧送電網が存在。

### 3.1.3 エネルギー関係者

図3-5は、ERCOT市場参加者とその役割を示すイメージ図である。この図とは完全には一致しないが、テキサス州の主要なエネルギー関係者について解説しよう。それらは、ERCOTが運営する市場取引の参加者でもある。テキサス州は独立した市場で、完全自由化であることもあり、名称に特徴がある。

図3-5 ERCOT：市場参加者



QSE: Qualified Scheduling Entity  
LSE: Load Serving Entity  
Resource Entity  
TSP: Transmission Service Provider  
DSP: Distribution Service Provider

出所: ERCOT, ERCOT Market Design

### ◆州政府、議会

政策を決める主体である。米国は州政府の権限が強く、「エネルギー政策の実施の担い手は州政府である」とも言われている。テキサス州は、なかでも独立性が強く、連邦政府の管轄下でない。文字通り、基本的に自身の法令で決められることができる。

## 「第6章 2018年夏に価格スパイク期待が外れた理由」より

### 6.2 Energy Only Marketで新規投資は回収できるのか — 払拭されない容量不足への懸念 —

ERCOTのシステムの下では卸価格が長年低水準で推移しており、発電事業者が投資の回収に苦しんできている。これは、新規投資に二の足を踏むことに結び付く。一方で、それは厳しい需給状況、供給過剰な状況が正常化される過程であるとの見方が強い。容量市場を創設すべきとの見論にはなっていない。しかし、競争力を失った設備が廃止される動きが出てきており、投資誘因となる価格スパイクを予想する向きが強くなっている。本節は、こうした状況を解説する。

#### ◆火力設備投資誘因低下への懸念

テキサス州の「Energy Only Market」は、これまで低コストと安定供給の実績を上げてきており、同州はこのシステムに自信を持っている。容量市場非導入は決着済みとしている。一方でガス火力、風力に押されて石炭・原子力は競争力を失っており、特に石炭は急速に設備を減らしている。市場収益で新規火力投資を回収できない状況が6年間続いている。設備廃止が増え、需要増とも相まって、計画予備率は2018年3月に半減した。

#### ◆火力発電は2012年以降稼働に委ねていない

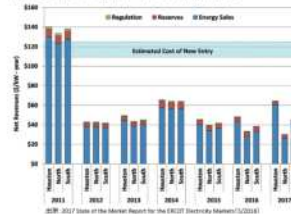
図6-1は、ERCOT市場におけるコンバインドサイクルガスタービン発電設備の純収入（ネット・レベニュー）の推移である。kW当りの年間収入であり、エネルギー（電力）、アンシラリーサービス（Regulation, Reserves）の合計額である。収入のほとんどはエネルギーであり、アンシラリーではRegulationが大半を占めている。

年度では、2011年が130~140ドルと高く、2012年以降は40~60ドル近辺で推移している。2011年は猛暑やハリケーンの影響により供給力が不足となった。以降は燃料価格の低安定、十分な供給力の環境下にある。新設設備の年間コストは110~125ドルであり、2012年以降の6年間は投資回収が困難な状況になっていたことが分かる。

#### ◆技術開発、競争力を反映して電源開発はダイナミックに推移

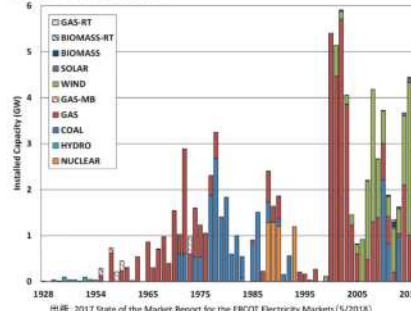
図6-2は、ERCOTにおける年間電源設置の長期推移である（1928年~2017年）。2000年以降天然ガス火力の設置が活発であり、特に2000年前半は投資ラッシュとなっている。自由化政策の導入、ガスタービンの技術革新を背景としている。また、やはり2000年以降風力発電の導入が活発になり電源開発の主役を演じている。特に、送電網用の大規模送電開発事業CREZが2013年に完成して以降、勢いが増している。

図6-1 コンバインドサイクルガスタービン発電機 Net-Revenue の推移



出所: 2017 State of the Market Report for the ERCOT Electricity Markets (5/2018)

図6-2 ERCOTの年間電源設置容量の長期推移



出所: 2017 State of the Market Report for the ERCOT Electricity Markets (5/2018)

原子力は本種懸しているが、1880年代後半から1990年代前半にかけて導入されたものである。米国では新しい方であり、全米平均コストに比べて低くなっている。昨今の低い市場価格の中では苦戦しているが、価格変動に対応できる電源としての価値はまだ評価されている。石炭は1970年代、80年代の開発の主役であったが、1990年代以後は、不活発である。競争力が落

はじめに ー自由化の先頭を切るテキサス州の魅力ー

第1章 テキサスの電力情勢 ー独立と自由化が生む低価格ー

- 1.1 テキサス州の概要
- 1.2 テキサスの電力システムの特徴
- 1.3 資料で見るテキサスの電力情勢

第2章 テキサス州の再生可能エネルギー ー風力断トツ1位と再エネ価値の適正評価 を生む秘訣ー

- 2.1 全米No.1を誇る風力発電
- 2.2 分散型資源として伸びる太陽光発電
- 2.3 テキサス州都オースティン市が創造したソーラー価値
- 2.4 太陽光発電の価値は市場価格の2倍:2019年問題の考え方

第3章 ERCOTのエネルギーオンリーシステム

- 3.1 ERCOTの概要:テキサス電力システムの要となる市場・系統運営機関
- 3.2 ERCOT電力市場・システムの特徴:SCED、LMP

第4章 電力供給の基礎と市場取引プロセス ー自由化後のシステムー

- 4.1 電気の特性と2大命題であるReliabilityとEconomy
- 4.2 地域独占時代の運用
- 4.3 自由化後の運用
- 4.4 まとめと日本の課題

第5章 ERCOTの市場プロセスと信頼度維持対策

- 5.1 ERCOTの市場取引のプロセス
- 5.2 信頼度維持手段①:予備力Reserveの確保
- 5.3 信頼度維持手段②:混雑対策(管理)

第6章 2018年夏に価格スパイク期待が外れた理由

- 6.1 Energy Only Marketの検証は持ち越し
- 6.2 Energy Only Marketで新規投資は回収できるのか ー払拭されない容量不足への懸念ー
- 6.3 2018年夏、なぜ価格スパイクは発生しなかったのか
- 6.4 本章の最後に

終わりに ー日本に容量市場・ベースロード市場は必要かー

参考文献

著者紹介

## <<著者紹介>>

山家 公雄(やまか きみお)

エネルギー戦略研究所(株)取締役研究所長、京都大学大学院経済学研究科特任教授、豊田合成(株)取締役、山形県総合エネルギーアドバイザー。

1956年山形県生まれ。1980年東京大学経済学部卒業後、日本開発銀行(現日本政策投資銀行)入行。電力、物流、鉄鋼、食品業界などの担当を経て、環境・エネルギー部次長、調査部審議役などに就任。融資、調査、海外業務などの経験から、政策的、国際的およびプロジェクト的な視点から総合的に環境・エネルギー政策を注視し続けてきた。2009年からエネルギー戦略研究所所長。

主な著作として、「送電線容量ゼロ問題 電力は自由化されていない」、「第5次エネルギー基本計画」を読み解く(インプレス R&D)、「アメリカの電力革命」、「日本海風力開発構想ー風を使い地域を切り拓く」、「再生可能エネルギーの真実」、「ドイツエネルギー変革の真実」(以上、エネルギーフォーラム)、「オバマのグリーン・ニューディール」(日本経済新聞出版社)など。

## <<販売ストア>>

#### 電子書籍:

Amazon Kindle ストア、楽天 kobo イーブックストア、Apple Books、紀伊國屋書店 Kinoppy、Google Play Store、honto 電子書籍ストア、Sony Reader Store、BookLive!、BOOK☆WALKER

#### 印刷書籍:

Amazon.co.jp、三省堂書店オンデマンド、honto ネットストア、楽天ブックス

※ 各ストアでの販売は準備が整いしだい開始されます。

※ 全国の一般書店からもご注文いただけます。

#### 【インプレス R&D】 <https://nextpublishing.jp/>

株式会社インプレスR&D(本社:東京都千代田区、代表取締役社長:井芹昌信)は、デジタルファーストの次世代型電子出版プラットフォーム「NextPublishing」を運営する企業です。また自らも、NextPublishing を使った「インターネット白書」の出版など IT 関連メディア事業を展開しています。

※NextPublishing は、インプレス R&D が開発した電子出版プラットフォーム(またはメソッド)の名称です。電子書籍と印刷書籍の同時制作、プリント・オンデマンド(POD)による品切れ解消などの伝統的出版の課題を解決しています。これにより、伝統的出版では経済的に困難な多品種少数数の出版を可能にし、優秀な個人や組織が持つ多様な知の流通を目指しています。

#### 【インプレスグループ】 <https://www.impressholdings.com/>

株式会社インプレスホールディングス(本社:東京都千代田区、代表取締役:唐島夏生、証券コード:東証1部9479)を持株会社とするメディアグループ。「IT」「音楽」「デザイン」「山岳・自然」「旅・鉄道」「学術・理工学」を主要テーマに専門性の高いメディア&サービスおよびソリューション事業を展開しています。さらに、コンテンツビジネスのプラットフォーム開発・運営も手がけています。

#### 【お問い合わせ先】

株式会社インプレス R&D NextPublishing センター

TEL 03-6837-4820

電子メール: [np-info@impress.co.jp](mailto:np-info@impress.co.jp)